第33卷 第2期 昆虫学报 Vol. 33, No. 2
1990年5月 ACTA ENTOMOLOGICA SINICA May, 1990

稻虱跗蝙的个体发生研究:生活史和寄生作用*

顾秀慧 贝亚维 高春先
(浙江省农科院植保所,杭州)

摘要 稻虱跗蝙 *Elenchinus japonicus* Esaki et Hashimoto 属(捻翅目)跗蝙科,在稻田寄生于白背稻虱、褐稻虱和灰稻虱。稻虱跗蝙在母体血腔中发育,孵化产生三爪蚴,三爪蚴通过生殖沟、生殖孔、育道和育道开口离开母体。三爪蚴离开母体在稻株上活动。一旦靠近寄主,用足抓住寄主,爬在它们身上。它通过节间膜进入寄主,变成蛆状蚴,开始取食。幼虫在寄主体内继续发育,达到足够大小,它们羽化成虫。雌成虫留在寄主体内,仅露出"帽子"(即头胸部)。雄虫离开寄主,自由飞翔。雄成虫寿命很短(<12 小时),它们积极寻找雌虫,进行交配,发现交配位置在育道口,交配时间约1—2秒钟。雄成虫体长 1.33 mm;展翅约 2.25 mm;雌成虫体长 1.6—2.6 mm,宽 0.88—1.35 mm;头胸部长 0.2 mm;育道口宽 0.15 mm。卵在雌成虫体内形成,而卵母细胞在雌幼虫体内发育。卵长 75 μm × 宽 40 μm。第 I 期幼虫(三爪蚴):体长 0.2 mm;尾须为体长 1/3。第 II 期幼虫(蛆状蚴)足和附肢都退化;第 II 期幼虫分成 4 个龄期,具口和消化道,蛹属围蛹。卵历期 7—8 天,而三爪蚴历期仅 1 天。蛆状蚴(2—5 龄)历期 10—11 天,蛹历期约 3—4 天,雌成虫历期 7—8 天。在实验室,每世代历期约 20—23 天。稻虱跗蝙的寄生作用较低,由于三爪蚴找不到稻虱很快死亡。在浙江 1983—1986 年调查,稻虱跗蝙对白背稻虱成、若虫寄生率 5—7%,灰稻虱的寄生率为 2%,褐稻虱为 1%,有时白背稻虱的寄生率可达 20—40%。

关键词 稻虱跗蝙 捻翅虫 个体发育 寄生作用

捻翅虫是尚未充分研究的类群,已有记录的仅约 400 种(韦尔贝,中译本 1982),是种类很少的一目昆虫。大多数捻翅虫寄生于其它昆虫,两性成虫形态上差异极大;雄成虫形态上较一致,接近鞘翅目昆虫,故常被归入鞘翅目。雄成虫前翅退化成拟平衡棍,后翅发达,能自由飞翔。除原捻翅亚目(Mengenillidea)外,雌虫终生在寄主体内,无翅、无足,附肢几乎退化殆尽;雌成虫愈合的头胸突出于寄主体外,子代的卵母细胞、卵及卵的胚胎发育均在雌虫体内发育,故称血腔胎生,是该目昆虫的特征之一(Counce 和 Waddington, 1972)。

捻翅虫生活史较复杂,是典型的多变态昆虫,幼虫二型:第一期为三爪蚴,因与芫菁等甲虫的幼虫相似,因此又称作拟三爪蚴,具有发育良好的眼和足,能自由活动,离开母体后匆忙寻找寄主,一旦侵入寄主,就脱皮成为第二期幼虫:俗称蛆状蚴。

稻虱跗蝙 *Elenchinus japonicus* Esaki et Hashimoto 属捻翅目 Strepsiptera 跗蝙科 Elénchidae;能寄生于白背稻虱 *Sogatella furcifera* (Horváth)、褐稻虱 *Nilaparvata lugens* (Stål)、灰稻虱 *Laodelphax striatellus* (Fallén) 的成虫和若虫,我国南方稻区有分布;据 Kuno (1973) 报道,在日本福冈,稻虱跗蝙寄生于稻虱的成虫和若虫。另

本文于 1987 年 11 月 4 日收到。
* 本研究承蒙刘秀琼教授指导和帮助,论文经杨集昆、胡萃两位教授审阅,杨新华同志绘图,一并致谢。

外，在我国稻田还发现另一种捻翅虫——二点栉蝙 *Halictophagus bipunctatus* Yang，能寄生于黑尾叶蝉(杨集昆，1955)；在广东、浙江均有寄生率记载(何俊华，1979)。

本文介绍稻虱跗蝙的生活史，各虫期(虫龄)的形态描述以及性比、受精、入侵行为等生物学特征。另外对三种稻虱的寄生作用作了基本的评价。

材料和方法

1. 大田采集：从1983—1986年，每年在稻虱发生季节，每5—10天，从浙江北部(嘉兴、萧山)未施杀虫剂的稻田采集三种稻虱的成虫和若虫100—200头，带回室内镜检和解剖，并记录寄生率。

2. 接虫饲养：从大田采集大量白背稻虱成虫和若虫中，选出被稻虱跗蝙寄生的个体，在稻株上饲养，待雄蝙羽化后，观察其飞翔、寻找雌蝙、交配等生物学特性。待雌蝙体内三爪蚴爬出时，立即接上白背稻虱若虫，接虫时间约4小时。被寄生的白背稻虱继续饲养，直到雌雄成蝙成熟。饲养期逐日解剖，在稻虱体内解剖出各虫期(龄期)的稻虱跗蝙，并进行固定、染色，制成永久玻片标本供研究。

各虫期(虫龄)形态描述

1. 雄成虫：体长为1.33 mm、展翅约2.25 mm；头长为0.18 mm、胸长为0.45 mm、腹部长为0.77 mm (图版 I:1)。其余形态特征，何俊华(1979)已有详细描述。

2. 雌成虫：体乳白色。个体大小差异较大，体长：1.6—2.6 mm、体宽：0.88—1.35 mm，一般为2.1 × 1.05 mm (图1：A)。头胸愈合，近褐色，宽大于长，头胸长约0.2mm。头部由稍拱起的头顶和半圆形的颜面组成；头顶黑褐色，密布圆形的小刻点；颜面的前方，着生一对疑为退化的上颚。育道开口位于头胸间，育道口横宽为0.15 mm，在育道开口的两侧可见一对气门，各有一条气管与体腔相通(图版 I:2)。雌成虫的附肢几乎退化殆尽。腹部占虫体的绝大部分，腹前部圆柱状，后部逐步削尖，成囊状。腹腔内充满卵粒。育道位于腹腔腹面长约0.6 mm、腹面可见3个生殖孔与体内生殖沟相通，外接育道(图版 I:3)。

3. 卵：卵母细胞在雌幼虫(约4龄)体内发育，随着虫龄增大，卵母细胞逐渐增大，到雌虫成熟期，开始成卵。雌成虫经交配、受精后，体腔内的卵进入胚胎阶段，整个胚胎发育过程在母体内完成。卵：白色，未见卵壳，围绕着卵有一层明显的“膜”，内含细胞，可能有滋养作用和交换代谢产物的功能。卵核明显，内含染色体，隐约可见。卵椭圆形，长75 μm，宽40 μm (图1:D)。

4. 第一期幼虫：即三爪蚴(图1：C)，体长0.2 mm，具尾须，为体长的1/3。眼大而黑，由分离的小眼紧紧地挤在一起。头楔状，前端略尖；胸发达，着生3对胸足：包括基节、腿节、细长的胫跗节(即合并胫节和跗节)和稍弯曲的跗爪。胸部、腹部分节明显；各节背板、腹板前后覆盖呈瓦状，腹节第9节两侧着生刚毛，第10节具尾须一对。

5. 第二期幼虫：蛆状蚴，可分4个龄期。

2龄幼虫　体乳白色，长0.2 mm、宽0.07 mm。头部着生一对块状的眼，具口，通向发育良好的消化道，体节尚不明显，未观察到任何附肢(图2：A；图版 I:4)。

3 龄幼虫 体乳白色，长 0.3 mm、宽 0.15 mm、头部着生一对线状的眼。体节明显，宽大的胸 3 节；腹部 10 节(图 2: B)。

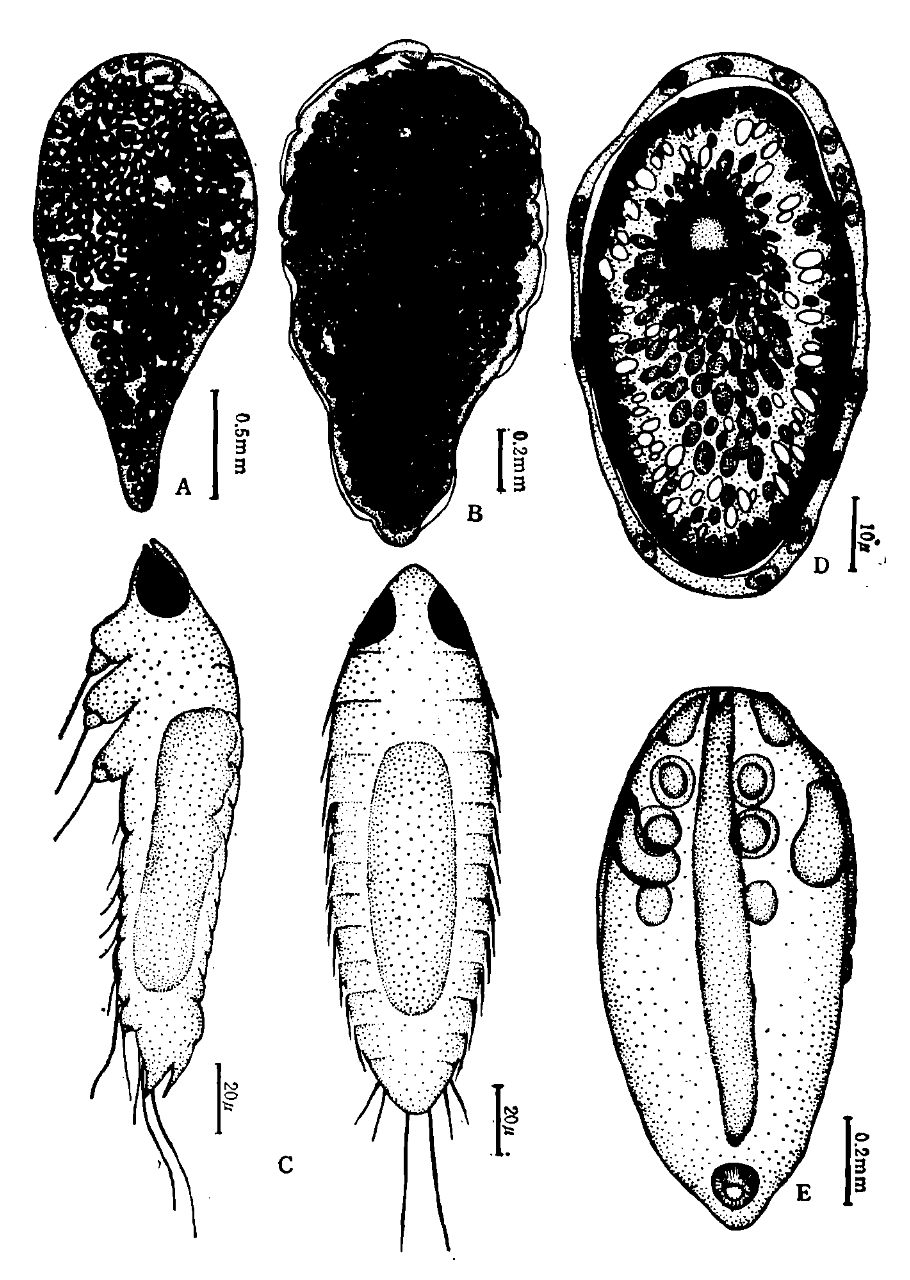


图 1 稻虱附蝓 *Elenchinus japonicus*
A. 雌成虫 B. 雌蛹 C. 三爪蚴 D. 卵 E. 雄预蛹

4 龄幼虫 体乳白色。已能分出两性：雄虫体略细长，体长 0.5—0.8 mm，宽 0.2—0.3 mm。头部着生细小的眼点，胸部宽大，腹部较窄，体节尚明显(图 2: C_2)。雌虫个体比雄虫大，体长 0.8—1.0 mm，宽 0.4 mm。头部着生一对细小的眼点，胸节已小于腹节，体

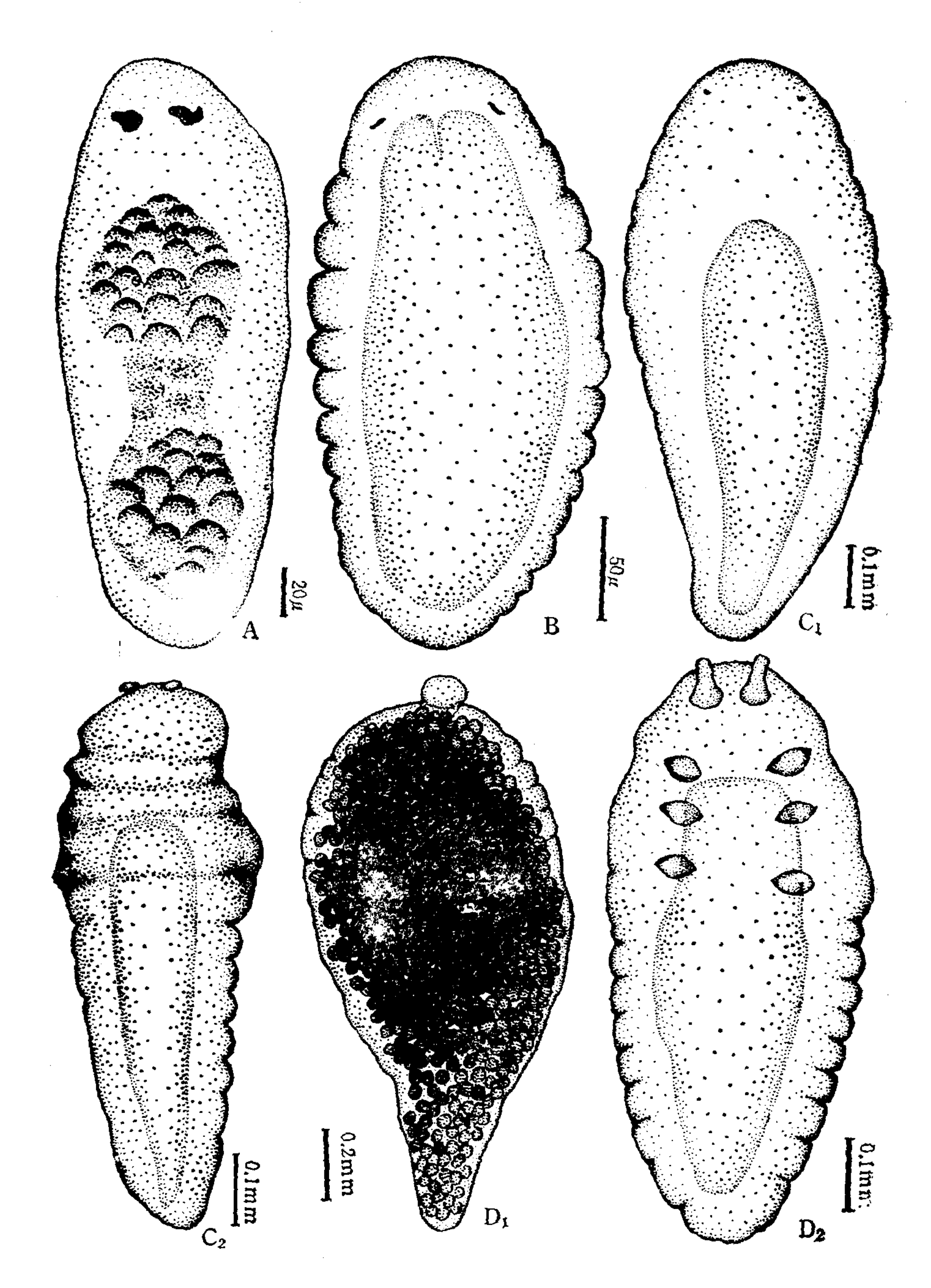


图2　稻虱跗螨 *Elenchinus japonicus* 第二期幼虫
A. 2 龄幼虫　B. 3 龄幼虫　C_1. 4 龄幼虫(♀)
C_2. 4 龄幼虫(♂)　D_1. 5 龄幼虫(♀)　D_2. 5 龄幼虫(♂)

节尚清楚(图 2：C_1)。

5 龄幼虫　体乳白色。雄虫体长 0.8—1.0 mm、宽 0.4—0.5 mm。体节清楚，胸节大于腹节约 1 倍(图 2：D_2)。雌虫体长 1.6—2.0 mm，宽 0.8—1.0 mm。头胸开始愈合，体

成囊状,体节分节不清,体内充满卵母细胞,消化道已退化(图 2: D_1)。

6. 蛹: 蛹属围蛹。雄虫可分预蛹。蛹两个阶段。雄虫预蛹: 体色仍乳白色。体长 1.4 mm, 宽 0.7 mm; 已形成眼以及触角、翅、胸足原基;消化道比幼虫期窄, 开始退化(图 1: E)。雄蛹: 围蛹的外壳长 1.4 mm, 宽 0.7 mm; 蛹壳内的蛹,体色: 开始乳白色,逐步体色加深至羽化前为淡棕褐色,体长为 1.2 mm (图版 I:5)。雌蛹也属围蛹,体乳白色,体内充满卵母细胞,消化道退化。体长 2.0 mm, 宽 1.05 mm (图 1: B)。

生 物 学 特 性

1. 雌雄性比: 在 1983 年 7 月 11 日—8 月 19 日,正值稻虱跗蝙寄生高峰季节,每 5—7 天,从田间随机采取白背稻虱,选出其中被寄生的成、若虫,室内饲养,待雄雌虫成熟(或羽化),共收集成蝙 143 头,其中雄虫 69 头,雌虫 74 头,实际性比为 1:1.07, 经统计分析,判别其理论性比为 1:1。

2. 羽化、交配和受精: 雄虫一般在上午 8 时羽化, 下午未见到羽化的雄虫。雄虫顶开围蛹之蛹壳盖羽化而出。雌虫靠角质化的头顶,穿破寄主(稻虱)腹节节间膜,把头胸露出寄主体外,育道开口在头胸部,因此它也露出体外(图版 I:6)。雌虫一般在清晨"露头",刚露头的雌成虫对雄成虫具有强的性引诱作用;雄成虫不断振翅, 迅速向雌成虫靠近。交配时,雄虫阳具插入育道口,整个交配过程,仅 1—2 秒钟,一般连续交配 2—3 次, 雄成虫随即离去。经几次交配的雌成虫,其它雄成虫不再靠近或交配。雄成虫寿命很短,一般约半天左右。经交配的雄成虫,活动力明显减退,渐渐死亡。交配完成后的雌成虫, 仍在寄主体内。卵在母体内受精,受精卵在雌成虫体腔内胚胎发育,直到三爪蚴离开母体, 雌成虫解体,仅留下头胸部和一层"外壳"。因此,十分清楚,受精过程: 精子经育道口→育道→生殖孔→生殖沟进入母体,然后卵受精成配子(图版 I:5)。

3. 入侵和寄主: 三爪蚴离开母体的途径: 三爪蚴在母体内孵化后,经生殖沟→生殖孔→育道→育道口, 然后离开母体。三爪蚴相当活泼, 在植株上来去匆忙寻找寄主(稻虱),爬行速度约 6 cm/分钟;三爪蚴能跳跃,或许是借助末端的刚毛进行弹跳, 一旦抓住寄主,就有机会从寄主的腹节节间膜入侵。从三爪蚴虫体形态和结构来看,是十分有利于入侵的。据室内接虫试验观察: 尽管一个母蝙体内可爬出数以千计的三爪蚴,但是大批三爪蚴因找不到寄主而死亡, 因此,寄生成功率很低。 稻虱跗蝙一般是单寄生的, 但是从田间采集到的稻虱经解剖发现, 同一寄主有 2 头跗蝙的频率达 9.3%; 在寄生高峰季节(7 月中下旬),双寄生的占总寄生的 14.1%。 在室内接虫试验,一只白背稻虱可入侵三爪蚴 6—7 头之多,最后完成发育的不超过 3 头,而且寄生体往往小而畸形。因此,稻虱跗蝙大多是营单寄生生活, 多寄生现象也可能存在的。另外, 稻虱跗蝙能与线虫或螯蜂共同寄生在同一寄主体内的共寄生现象。

三爪蚴对寄主的龄期选择不严格,2 龄或 2 龄以上的稻虱若虫、成虫均可入侵。 4 龄若虫前被寄生的稻虱,由于内生殖器官遭受破坏,发育羽化的成虫, 形态上呈现非雌非雄的"中性"个体(图版 I:6);五龄若虫后的虫期被寄生, 尽管内生殖器官受到一定程度的破坏,但是外生殖器形态上仍能分辨出雌雄。据 1983 年田间采集, 被跗蝙寄生的白背稻虱成虫,外生殖器受到破坏的占 63.07%, 外生殖器"完整"的占 36.93%。

4. 各虫态历期： 卵期 7—8 天，三爪蚴约 1 天，第二期幼虫 10—11 天。预蛹和蛹期约 3—4 天。雌成虫寿命 7—8 天，雄成虫寿命不到半天（即清晨羽化，中午或下午死亡）。全世代 20—23 天。

稻虱跗蝙的寄生作用

室内试验表明，三爪蚴寻找寄主和寄生成功率很低，尽管一个雌蝙能产出上千个三爪蚴，由于大批找不到寄主而淘汰，因此，对田间三种稻虱的寄生作用较低。据 1983、1984 年嘉兴新桥和 1985、1986 年在萧山迳游田间调查表明，稻虱跗蝙对三种稻虱的寄生作用依次如下：白背稻虱＞灰稻虱＞褐稻虱。一般年份稻虱跗蝙对白背稻虱的寄生率约 5—7%，灰稻虱约 2%，褐稻虱约 1% 以下（图 3）。

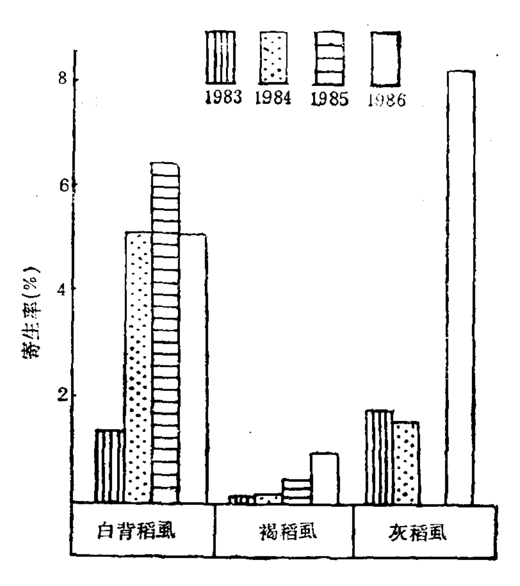


图 3　不同年份稻虱跗蝙 *E. japonicus* 对三种稻虱的寄生作用

对白背稻虱寄生作用的季节变化：白背稻虱发生初期（6 月上中旬），仅能零星地找到被稻虱跗蝙寄生的个体；在 7 月上中旬，寄生率开始上升，此时寄生率约 2—3% 左右；7 月下旬至 8 月上旬，由于早熟早稻田开始收割，大量虫源迁入迟熟早稻田、晚稻秧田，此时寄主虫源集中，十分有利稻虱跗蝙的寄生，这段时间寄生率可达 20—40%。一般年份，9 月下旬以后白背稻虱的下降，跗蝙的寄生率也下降（图 4）。

稻虱跗蝙的寄生作用很大程度上依赖稻虱的密度，例如 1985 年白背稻虱发生量比 1986 年大，1985 年稻虱跗蝙的寄生率就比 1986 年高（图 5）。不但在年份之间，在世代间的寄生率也与稻虱的密度有关。

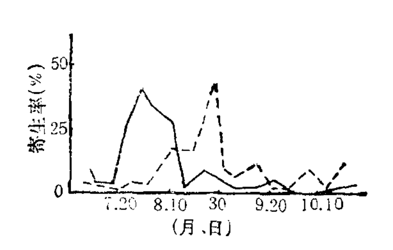


图 4　稻虱跗蝙 *E. japonicus* 对白背稻虱寄生作用的季节变化
——1983 年----1984 年

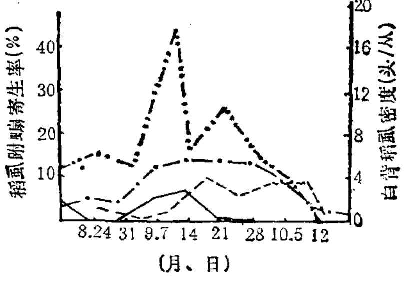


图 5　稻虱跗蝙 *E. japonicus* 的寄生作用与白背稻虱密度关系
—·—··—1985 年白背稻虱
—·—·—1986 年白背稻虱
----1985 年稻虱跗蝙
——1986 年稻虱跗蝙

尽管稻虱跗螭在某个发生季节或某些年份有较高的寄生率，但是单凭稻虱跗螭的寄生作用，远不足以控制稻虱的为害；在综合防治中，把稻虱跗螭的寄生作用和其它的寄生物和捕食者（例如缨小蜂 *Anagrus* spp.、螯蜂 Dryinidae、线虫、蜘蛛）等统筹考虑，与其它防治措施相协调，才能发挥更有效的作用。

讨 论

捻翅虫的雌虫，被认为有幼态持续的特点：它们没有达到成熟和翅的阶段（Counce 等 1972）。本文认为稻虱跗螭的雌成虫，尽管在外部形态上十分接近第二期幼虫：即蛆状蚴，但是雌成虫的成熟是有明显的标志的。在个体发育上，雌成虫体内已充满着成熟的卵。Pierce (1961) 在报道寄生在古巴飞虱 *Sogata cubana* (Crawford) 的一种捻翅虫时，认为第 4 龄幼虫已证实有卵的形成。本文对稻虱跗螭研究表明：4 龄雌幼虫体内已有许多正在发育的卵母细胞，但并未观察到卵。卵的形成是稻虱跗螭雌虫成熟的标志之一。雌虫体内未观察到典型卵巢，卵母细胞不在卵小管中陆续发育，而在雌虫体腔内大体上是同步发育的；在生理学上，只有当稻虱跗螭头胸部露在寄生体外才能与雄成虫交配，并受精；在内部结构上，雌成虫与未成熟的雌幼虫有显著的区别（另文报道）。所谓幼态持续，简而言之，是指成虫仍保留有幼虫的性状。因此，捻翅虫雌成虫是否是幼态持续或有哪些性状保留"幼态"，是值得进一步研讨的。

由于稻虱跗螭的接虫，饲养难度较大，加上第二期幼虫开始在寄主体内发育，除三爪蚴入侵后蜕皮尚可通过组织解剖上发现，其它蜕皮情况难以观察。因此，本文第二期各龄划分只能从形态（主要是眼的变化）和虫体大小显著差异来判别。

参 考 文 献

何俊华等 1979 浙江省水稻害虫天敌图册。89—93 页。浙江人民出版社。

杨集昆 1955 寄生于黑尾浮尖子的捻翅目昆虫——二点栉螭 *Halictophagus bipunctatus* 新种记述。昆虫学报 5(3): 327—31。

韦贝尔，H. 1982 昆虫学纲要（忻介六、刘钟钰译）。472—6 页。高等教育出版社。

Counce, S. J. and C. H. Waddington 1972 Developmental Systems:Insects Vol. 1, Academic Press: 243—69.

Pierce, W. D. 1961 A new genus and species of Strepsiptera parasitic on a leafhopper vector of a virus disease of rice and other Gramineae, Ann. Entom. Soci. Amer. 54(4): 467—74.

STUDIES ON THE ONTOGENY OF *ELENCHINUS JAPONICUS* ESAKI ET HASHIMOTO: LIFE CYCLE AND PARASITISM

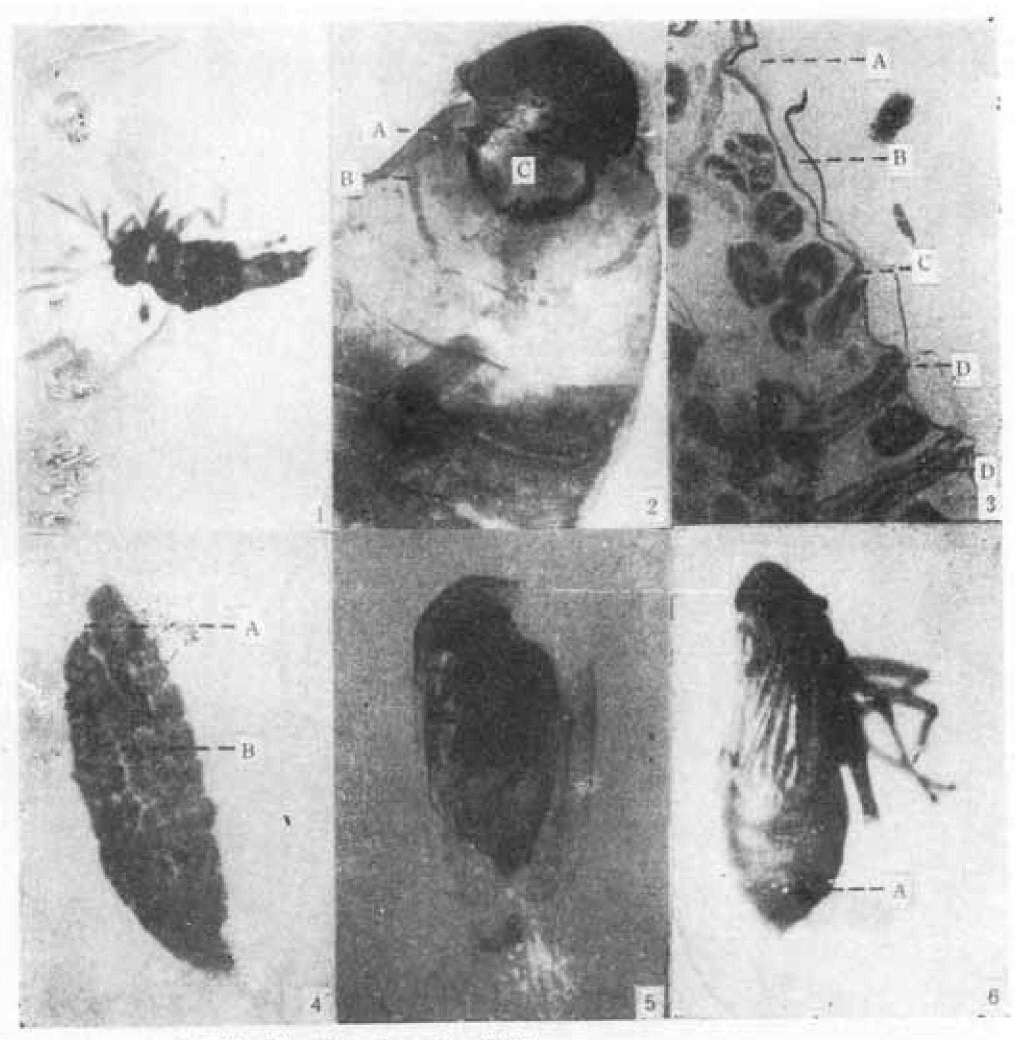
GU XIU-HUI BEI YA-WEI GAO CHUN-XIAN

(Institute of Plant Protection, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou)

Elenchinus japonicus Esaki et Hashimoto belongs to Family Elenchidae, Order Strepsiptera, and parasitizes planthoppers *Sogatella furcifera* (Horvath), *Nilaparvata lugens* (Stal) and *Laodelphax striatallus* (Fallen) in the paddy fields. The eggs develop and hatch within the haemocoel of the mother to produce the triungulid larvae which come out through the female genital and brood canals. They move rapidly on the rice plants to search for the hosts. When it succeeds it climbs on the host body and penetrates into the body through the intersegmental membrane. It than transforms into a worm-like larva beginning to feed and develop. Thus the larva is polymorphic and has four instars in the second stage of larval development which takes 10 to 11 days. The triungulid larva is about 0.2 mm in body length and its circus measures one-third of the body length. It lives only for one day. The mature worm-like larva will transform into a puparium and the pupal stage lasts for 2—4 days. The sexes differ entirely in the adult life and the female remains in the host body with the cepholothaca exposed to the outside. The male leaves the host body and flies around to seek the female for copulation. It lives about 12 hours and copulation is effected in 1—2 seconds. The male measures 1.33 mm in body length with wing expension of 2.25 mm and the female is 1.6—2.6 mm in body length with the cephalothorax 0.2 mm long. The egg stage lasts for 7—8 days. The duration of each generation is about 20 to 23 days in the laboratory.

The rate of parasitization on planthoppers was investigated and the observation in 1983 to 1986 revealed that it was 5—7% on the nymphs and adults of *S. furcifera*, 2% on *L. striatallus* and 1% on *N. lugens* in Zhejiang Province. Sometimes, however, the parasitization rate on *S. furicifera* was found as high as 20—40%.

Key words *Elenchinus japonicus*——Strepsiptera——ontogeny——parasitism



1．稻虱跗蝙 *Elenchinus japonicus* 雄成虫
2．稻虱跗蝙雌成虫正面观　A．气门　B．气管　C．育道开口
3．稻虱跗蝙雌成虫局部纵切面　A．育道开口　B．育道　C．生殖孔　D．生殖沟
4．稻虱跗蝙 3 龄幼虫纵切面　A．口　B．消化道
5．在围蛹壳内即将羽化的蛹
6．白背稻虱被稻虱跗蝙寄生状　A．露出寄主体外的稻虱跗蝙头胸部